

## An acceleration sensor.

**Publication number:** DE69012429T

**Publication date:** 1995-05-11

**Inventor:** TOMITA TOMONOBU (JP); MUKASA YOSHINAO (JP); SASAKI MASAHIRO (JP); OHTA FUMIO (JP); YORIHIRO KAZUO (JP)

**Applicant:** MITSUBISHI PETROCHEMICAL CO (JP)

**Classification:**

- **international:** G01P1/00; G01P15/09; G01P1/00; G01P15/09; (IPC1-7): G01P15/09; G01P1/00

- **europen:** G01P1/00C; G01P15/09

**Application number:** DE19906012429T 19900530

**Priority number(s):** JP19890140508 19890602; JP19890140509 19890602

**Also published as:**



EP0401669 (A2)



US5130600 (A1)



EP0401669 (A3)



EP0401669 (B1)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE69012429T

Abstract of corresponding document: **EP0401669**

This invention relates to an acceleration sensor having less output drift due to temperature change and noise due to external induction which includes a piezoelectric device formed of a piezoelectric member having one or more electrodes provided on each of sides thereof and a lining member of low linear expansion coefficient adhered to one side thereof. A low linear expansion coefficient circuit substrate is provided having the piezoelectric device adhered to one side thereof and having a signal processing electronic circuit formed on the other side thereof. A cabinet having three layers, including an internal conductive resin layer, an adiabatic resin layer, and an external conductive metal layer, completely enclose the piezoelectric device and the circuit substrate.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift  
⑯ EP 0 401 669 B1  
⑯ DE 690 12 429 T 2

⑯ Int. Cl. 6:  
**G 01 P 15/09**  
G 01 P 1/00

⑯ Deutsches Aktenzeichen: 690 12 429.5  
⑯ Europäisches Aktenzeichen: 90 110 303.6  
⑯ Europäischer Anmeldetag: 30. 5. 90  
⑯ Erstveröffentlichung durch das EPA: 12. 12. 90  
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: 14. 9. 94  
⑯ Veröffentlichungstag im Patentblatt: 11. 5. 95

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯  
02.06.89 JP 140508/89 02.06.89 JP 140509/89

⑯ Patentinhaber:  
Mitsubishi Petrochemical Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP  
⑯ Vertreter:  
Walter, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 81243 München

⑯ Benannte Vertragstaaten:  
DE, FR, GB, IT, NL

⑯ Erfinder:  
Tomita, Tomonobu, c/o Electronic products Dev., 1, Toho-cho, Yokkaichi-shi, Mie-ken, JP; Mukasa, Yoshinao, c/o Electronic products Dev., 1, Toho-cho, Yokkaichi-shi, Mie-ken, JP; Sasaki, Masahiro, c/o Electronic products Dev., 1, Toho-cho, Yokkaichi-shi, Mie-ken, JP; Ohta, Fumio, c/o Yokkaichi Div. of Mitsubishi, 1, Toho-cho, Yokkaichi-shi, Mie-ken, JP; Yorihiro, Kazuo, c/o Yokkaichi Div. of Mitsubishi, 1, Toho-cho, Yokkaichi-shi, Mie-ken, JP

⑯ Beschleunigungsmessaufnehmer.

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 690 12 429 T 2

DE 690 12 429 T 2

Bereich der Erfindung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Beschleunigungsmeßaufnehmer mit einem piezoelektrischen Glied, d.h. auf einen Sensor, der ein piezoelektrisches Glied aufweist und dazu bestimmt ist, Beschleunigungen zu ermitteln. Insbesondere bezieht sich die Erfindung auf einen solchen Beschleunigungssensor, der einem Fahrzeug zuzuordnen ist, um unbeeinflußt von Veränderungen der Umgebungstemperatur, Quellenspannung und elektromagnetischen Geräuschen bei niedrigen Frequenzen Meßergebnisse zu liefern.

Hintergrund der Erfindung

Beschleunigung wird erhalten durch Differentiation einer Ortsveränderung zweimal. Die aktuelle Beschleunigung ist selbst dann niedrig, wenn eine große Ortsveränderung bei niedriger Frequenz erfolgt. Beispielsweise beträgt die Beschleunigung bei einer Ortsverlagerung um  $10 \mu$  bei 160 Hz 1G; aber auch bei einer Ortsverlagerung um 10 m bei 0,16 Hz beträgt die Beschleunigung 1G. Bei einer Vibrationsmessung bei niedriger Frequenz ist die aktuelle Ortsverlagerung im Maximum kleiner als 1 m. Für eine niedrige Frequenz von 1,6 Hz beträgt beispielsweise die Beschleunigung 0,1 G bei Ortsverlagerung um 1 m.

Entsprechend ist es für die Messung einer Vibration von 0,1 bis 10 Hz notwendig, eine geringe Beschleunigung im Bereich von 0,1 bis 0,01 g zu messen.

Von den Erfindern wurde eine japanische Gebrauchsmusteranmeldung unter der Nummer Sho 63-103602 eingereicht, die einen Beschleunigungssensor zum Gebrauch bei niedrigen Frequenzen zum Gegenstand hat. Dieser Beschleunigungssensor weist eine piezoelektrische Einrichtung auf, die von elektrisch leitendem Harz umgeben ist und auf die in dieser Reihenfolge ein adiabatisches Glied und ein thermisch leitendes Glied folgen. Die umhüllte piezoelektrische Einrichtung ist auf einem isolierenden Substrat montiert und zur Vermeidung möglicher externer induktiver Geräusche ist eine Kapazität zwischen dem leitenden Harz und dem elektrisch leitenden thermisch leitenden Glied angeordnet. Bei dieser früheren Anordnung kann das elektrisch leitende Harz die piezoelektrische Einrichtung elektromagnetisch abschirmen. Die piezoelektrische Einrichtung ist gegenüber niedrigen Einwirkungen von möglichen externen elektrischen Geräuschen geschützt. Durch die Verwendung des adiabatischen Gliedes und der thermisch leitenden Schicht ist es ebenfalls möglich, negative Einwirkungen von Temperaturschwankungen infolge externen Aufheizens oder Abkühlens deutlich zu verringern. Die piezoelektrische Einrichtung 6 ist außerdem gegenüber der Einwirkung von Einflußgrößen geschützt, die mittels des isolierenden Substrates ermittelt werden. Sie ist nicht möglichen induktiven Geräuschen unterworfen wie beispielsweise einer elektrostatischen Induktion und einem Grundpotential. Die Kapazität zur Verhinderung möglicher externer induktiver Geräusche zwischen leitendem Harz und elektrisch sowie thermisch leitenden Teilen kann mögliche externe Geräusche im Radiofrequenzbereich umleiten. Das wirkt sich in höherer Genauigkeit von Messungen im Bereich niedriger Frequenzen und niedriger Beschleunigungen aus.

Beim vorgenannten Stand der Technik ist jedoch eine Kapazität bzw. ein Kondensator notwendig, um den Einfluß möglicher externer induktiver Rauchgeräusche zu vermeiden, die bzw. der zwischen den leitendem Harz und der elektrisch und thermisch leitenden Schicht angeordnet ist, um mögliche externe radiofrequente Rauschgeräusche abzuleiten. Dadurch wird die Lösung gemäß dem Stand der Technik ihrer selbstwegen aufwendig, was im gegebenen Fall als unvertretbar empfunden wird. Zusätzlich muß bei der bekannten Lösung ein zusätzliches Kabel vorgesehen sein, um einen Ausgang der piezoelektrischen Einrichtung mit einem separaten elektronischen Schaltkreis zur Signalverarbeitung zu verbinden. Dies bedeutet häufig einen weiteren Nachteil, weil es dem Bau von kleinen, handlichen Einrichtungen entgegensteht und sich zwischen der piezoelektrischen Einrichtung und dem zugehörigen elektronischen Schaltkreis möglicherweise externe induktive Rauschgeräusche ausbilden. Außerdem ist schließlich das piezoelektrische Glied nicht auf einem Träger anzuordnen, dessen linearer Expansionskoeffizient kleiner ist als der des piezoelektrischen Gliedes, woraus der weitere Nachteil erwächst, daß die Empfindlichkeit des Sensors nicht konstant ist, sondern sich mit Temperaturänderung in der Umgebung verändert.

#### Zusammenfassung der Erfindung

Die vorgenannten Nachteile werden durch die Erfindung vermieden. Demzufolge ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen neuen Beschleunigungsmeßaufnehmer bzw. -sensor aufzuzeigen, wie er in der zugehörigen Zeichnung dargestellt ist. Einem piezoelektrischen Glied 1 sind auf seinen beiden Seiten

Elektroden zugeordnet. Eine Unterlegplatte 5 mit niedrigem linearen Ausdehnungskoeffizienten ist dem piezoelektrischen Element 1 auf dessen einen Seite zugeordnet, um eine piezoelektrische Einrichtung 6 zu bilden. Diese piezoelektrische Ein- bzw. Vorrichtung 6 ist einem Schaltkreissubstrat 7 mit niedrigem linearen Ausdehnungskoeffizienten auf dessen einen Seite zugeordnet. Dieses Schaltkreissubstrat 7 weist einen elektronischen Schaltkreis 8 zur Signalverarbeitung auf, wobei, wenn sich die piezoelektrische Vorrichtung 6 auf der einen Seite des Substrates 7 befindet, der Schaltkreis 8 sich auf dessen anderer Seite befindet. Die vorgenannten Teile der Gesamtanordnung einschließlich des Schaltkreises sind vollständig von drei Schichten umhüllt, nämlich einer inneren elektrisch leitenden Harzschicht 10, einer adiabatischen Harzschicht 9 und einer äußeren elektrisch leitenden Metallschicht 11.

Der Beschleunigungsmeßaufnehmer gemäß der vorliegenden Erfindung kann kompakt und in geringer Größe gebaut werden. Er unterliegt nicht dem störenden Einfluß von möglichen externen induktiven Rauschgeräuschen zwischen der piezoelektrischen Vorrichtung 6 und dem Schaltkreis 8 für die Signalverarbeitung, weil kein Kabel vorhanden ist, um einen Ausgang der piezoelektrischen Vorrichtung 6 mit dem Schaltkreis 8 zu verbinden. Weil das piezoelektrische Glied 1 einem Glied mit niedrigem linearen Ausdehnungskoeffizienten zugeordnet ist, der unter dem des piezoelektrischen Gliedes liegt, hat der Meßaufnehmer bzw. Sensor außerdem eine Sensibilität, die trotz sich ändernder Umgebungstemperaturen gleich bleibt.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

Die beschriebenen und weiteren Merkmale und Eigenheiten der Erfindung sind aufgrund der nachfolgenden Einzelbeschreibung anhand der Zeichnungen besser verständlich. In den Zeichnungen zeigen

Fig. 1 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Beschleunigungsmeßaufnehmers als vereinfachte Schnittdarstellung;

Fig. 2 eine Ansicht des in Fig. 1 dargestellten Meßaufnehmers bzw. -sensors;

Fig. 3(a) bis 3(c) einen Teil der Vorrichtung gemäß Fig. 1, 2 als perspektivische Explosionsdarstellung;

Fig. 4 ein Blockdiagramm zur Erläuterung eines elektrischen Schaltkreises zur Signalverarbeitung der Vorrichtung gemäß Fig. 1 bis 3;

Fig. 5 ein Schaltbild in schematischer Darstellung zur Erläuterung eines elektronischen Schaltkreises, wie es bei der Erfindung zur Anwendung kommen kann;

Fig. 6 eine Graphik zur Erläuterung der Arbeitsweise des elektronischen Schaltkreises.

Einzelbeschreibung der bevorzugten Ausführungsform

Eingangs soll nochmals gesagt werden, daß Fig. 1 ein vereinfachter Schnitt durch eine bevorzugte Ausführungsform des neuen Beschleunigungsmeßaufnehmers gemäß der vorliegenden Erfindung, Fig. 2 eine perspektivische Außenansicht des Beschleunigungsmeßaufnehmers und Fig. 3 eine perspektivische Explosionsdarstellung zur weiteren Erläuterung des Aufbaues der bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist bzw. sind. Diese Darstellungen sollten die Erfindung auch in mehr Einzelheiten erläutern, was nachfolgend geschieht.

Gemäß Fig. 3(a), 3(b), 3(c) und 4 ist das piezoelektrische Glied 1 eine Folie aus piezoelektrischem Harz in einer Dicke zwischen 10 und 500  $\mu$  und mit einem volumenspezifischen Widerstand zwischen  $10^{12}$  und  $10^{14}$  Omega-m bei 20°C. Es kann sich um eine Folie aus einem hochpolymeren piezoelektrischen Material handeln, wie einem Polyvinylidenfluorid-(PVDF)-harz oder copolymerisierten Polyvinylidenziamid/Vinylazetat-Harz (P/VDCN/VCA)-Harz. Es kann sich auch um ein Harz der hochpolymeren Verbindungen handeln, wie ein Gemisch aus Blei-Zirkonat-Titanat (PZT), Polyazetat (POM)-Harz, copolymerisierten Acrylonitril-Butadien-Gummi (NBR) und Kohlenstoff. Der Gummi kann zur Erhöhung seiner Haltbarkeit bzw. Festigkeit vulkanisiert sein. Das piezoelektrische Glied 1 kann ferner sein ein piezoelektrisches Material aus kalziumsubstituierten Bleititanat (PCT) und urethandenaturierten Polyazetatharz (u-POM).

Die piezoelektrische Vorrichtung 6 wird in der Weise hergestellt, daß dem piezoelektrischen Glied 1 auf beiden Seiten Elektroden durch Verdampfen, Aufdampfen, Bedrucken oder der gleichen zugeordnet werden und dabei einer dieser Elektroden eine Unterlegscheibe 5 aufweist, die einer Seite zugeordnet ist. Vorzugsweise ist der Unterlegscheibe an deren Rand ein Stützring 34 zugeordnet. Es ist wirkungsvoll, die Pyro-Elektrizität beispielsweise gemäß Fig. 3 zu verringern. Das piezoelektrische Glied 1 weist ein Elektrodenpaar mit der positiven Elektrode 2 und der negativen Elektrode 3 auf, die einer Seite des piezoelektrischen Gliedes 1 zugeordnet sind, während eine neutrale Elektrode 4 der anderen Seite des piezoelektrischen Gliedes zugeordnet ist, die die Seite ist, der die Unterlegplatte 5 mit dem Stützring 34 zugeordnet ist. Die Wirkung kann weiter verbessert sein, wenn positive Elektrode 2 und negative Elektrode 3 flächengleich sind.

Es ist ferner möglich, unnötige Rauschgeräusche in der Weise zu verringern, daß dem piezoelektrischen Glied 1 die positive Elektrode 2 im zentralen Bereich von einer Seite derselben zugeordnet ist, während die negative Elektrode 3 im Umfangsbereich derselben Seite des piezoelektrischen Gliedes 1 zugeordnet ist.

Es bedarf keiner besonderen Erwähnung, daß ein elektrisch isolierender Bereich zwischen der Innenseite der positiven Elektrode 2 und der Außenseite der negativen Elektrode 3 hinzuhalten ist.

Für die Herstellung der Unterlegscheibe 5 kann ein Epoxidharz Verwendung finden, das durch Glasfasern, Polyimid, Polyester oder ähnliche Materialien verstärkt wird, wenn diese einen linearen Ausdehnungskoeffizienten von unter  $5 \times 10^{-5}$  je Celsiusgrad haben. Der lineare Ausdehnungskoeffizient des piezoelektrischen Gliedes 1, der Unterlegscheibe 5 und des Schaltkreisträgers 7 sollte so ausgewählt werden, daß er in dieser Reihenfolge der Gegenstände von Gegenstand zu Gegenstand kleiner wird. Die Dicke der Unterlegplatte 5 sollte 0,01 bis 1,6 mm, vorzugsweise 0,03 bis 0,5 mm, betragen. Diese Dicke sollte 1/3 bis zum 10-fachen der des piezoelektrischen Gliedes 1 betragen.

Die Unterlegplatte 5 wird der einen Seite des piezoelektrischen Gliedes 1 mit einem Kleber zugeordnet. Dadurch wird die Unterlegplatte kaum der Gefahr ausgesetzt, durch Schwingungen beschädigt zu werden. Dadurch hat außerdem die piezoelektrische Vorrichtung 6 einen konstanten Grad der Empfindlichkeit auch bei Temperaturänderungen.

Der Stützring 34 kann ebenfalls aus einem Epoxidharz bestehen, das durch Glasfasern, Keramik, Metall oder andere geeignete Verstärkungsmaterialien verstärkt ist, dessen linearer Ausdehnungskoeffizient annähernd dem oder niedriger ist als der der Unterlegplatte 5.

Der Stützring 34 kann zweckmäßigerweise als Platte oder Ring oder ähnlich ausgebildet sein, es soll auf jeden Fall mittig einer Öffnung oder wenigstens Vertiefung vorgesehen sein.

Die Größe der positiven Elektrode 2, der negativen Elektrode 3 und des Stützrings 34 ist nachfolgender Beziehung zu bestimmen.

$$A/2 \leq C < B \leq D$$

worin bedeuten

A den Außendurchmesser der innenliegenden positiven Elektrode 2,

B den Außendurchmesser der äußeren negativen Elektrode 3,

C den Innendurchmesser des Stützringes 34 und

D den Außendurchmesser des Stützringes 34.

Diese Größen sind vorzugsweise bestimmt durch die Beziehung

$$A \leq C \leq (B-A) \times 3/4 + A < B \leq D.$$

Der Stützring 34 ist zur Bildung der piezoelektrischen Vorrichtung 6 der Unterlegplatte 5 unter Verwendung eines geeigneten Klebstoffes zugeordnet.

Oberhalb und unterhalb der piezoelektrischen Vorrichtung 6 ist je ein einteiliger Zwischenraum vorgesehen, um bei Vorliegen einer entsprechenden Krafteinwirkung eine lineare Ausgangskarakteristik zu haben.

Die piezoelektrische Vorrichtung 6 ist einer Seite des Schaltkreisträgers 7 zugeordnet, der einen niedrigen linearen Ausdehnungskoeffizienten hat. Dem Schaltkreisträger 7 ist ein elektronischer Schaltkreis 8 zur Signalaufbereitung zugeordnet, wobei der Schaltkreisträger 7 mit seiner einen Seite der Vorrichtung 6 zugeordnet ist und der anderen Seite des Schaltkreisträgers 7 der elektronische Schaltkreis 8 zugeordnet ist.

Der Werkstoff des Schaltkreisträgers 7 kann Glas, Epoxidharz, Keramik (Aluminiumoxid, Siliziumfaser bzw. -partikel), Metall oder ein ähnlicher Werkstoff sein, wobei der lineare Ausdehnungskoeffizient weniger als  $5 \times 10^{-5}$ /je Grad Celsius sein soll. Die Dicke des Schaltkreisträgers soll 0,2 bis 5 mm betragen und seine Steifigkeit soll ausreichend sein, um Belastungen aufnehmen zu können, die aus den Differenzen der linearen Ausdehnungskoeffizienten des Schaltkreisträgers 7 und Gehäuse 31 herrühren können.

Die Unterlegplatte 5, der Stützring 34 und der Schaltkreisträger 7 umschließen einen Freiraum, der nach außen offen ist, um zu verhindern, daß sich ein Innendruck aufbaut, der sich mit der Temperatur verändert. Der Verbindung des Freiraumes mit dem Umgebungsbereich dient vorzugsweise eines durch den Schaltkreisträger 7 hindurchgeföhrte Bohrung 35. Eine entsprechende Öffnung kann auch im piezoelektrischen Glied 1 oder in der Unterlegplatte 5 angeordnet sein.

Um die positive Elektrode 2 auf dem piezoelektrischen Glied 1 und die negative Elektrode 3, ebenfalls auf dem piezoelektrischen Glied mit dem Schaltkreis 8 zur Signalaufbereitung auf

dem Schaltkreisträger 7 zu verbinden, ist eine Verbindungs-  
schaltung ausgebildet, indem leitende Verbindungen durch An-  
kleben von Verbindungsdrähten, Dünnfilmaufdampfung, Aufdampfen  
oder ähnliche Verfahren, Drücken eines Dickfilmschaltkreises,  
Leitlack oder ähnliche Verfahren hergestellt werden.

Um zu verhindern, daß Schaltkreis und neutrale Elektrode 4  
vorzeitig kurzgeschlossen werden, ist diese mit Isoliermateri-  
al 12 beschichtet. Die positive Elektrode 2 und die negative  
Elektrode 3 der piezoelektrischen Vorrichtung 6 sind auf der  
einen Seite des Schaltkreisträgers 7 durch eine positive Elek-  
trodenverbindung 13 bzw. eine negative Elektrodenverbindung 14  
zu einem positiven Elektrodenmuster 15 bzw. zu einem negativen  
Elektrodenmuster 16 zusammengeschaltet (Fig. 3). Durch ein  
durchgehendes Loch 17 und ein durchgehendes Loch 18 hindurch  
sind das positive Elektrodenmuster 15 und das negative Elek-  
trodenmuster 16 mit dem elektronischen Schaltkreis 8 zur Si-  
gnalverarbeitung auf der anderen Seite des Schaltkreisträgers  
7 verbunden. In das negative Elektrodenmuster 16 ist eine  
Schaltkreisreferenzpotentialelektrode 24 integriert.

Der elektronische Schaltkreis 8 zur Signalverarbeitung, wie er  
beispielsweise in Fig. 4 dargestellt ist, kann zum Teil auf  
einem Schaltkreisträger 7 und zum Teil auf einem Schaltkreis-  
träger 7a angeordnet sein (Fig. 1). Teilzusammenfassungen 19  
zusammen können den elektronischen Schaltkreis 8 zur Signal-  
verarbeitung bilden.

In den elektronischen Schaltkreis 8, wie er beispielsweise in Fig. 4 dargestellt ist, können Impedanzumformer 20, Bypaßfilter 21, Dämpfungsbereich Mc 22, Verstärkerbereich 23 und Energiebereich 30 eingeschaltet sein.

Der Impedanzumformer 20 weist einen Torwiderstand  $R$  von 1 bis 100 G Omega auf, der in den Impedanzumformer FET (Feldeffekttransistor) Q1 eingebaut ist, um ein auf Pyroelektrizität zurückzuführendes Ausgangsabdriften zu verringern. Dies führt zu stabilem Ausgang auch im Fall von Temperaturschwankungen.

Wenn die Konstanten des Filters 21 unter dem Kriterium der Abschaltfrequenz eines Hochpaßfilters bestimmt werden sollen, so erfolgt diese Bestimmung unter dem Gesichtspunkt der Mindestmeßfrequenz.

Eine letzte Stufe des Filters 21 ist mit einem Rauchsperrabschnitt Mc 22 verbunden, um die Erzeugung eines Ausgangssignales unmittelbar nach der Energiezuführung möglich zu machen. Die piezoelektrische Vorrichtung 6 des Schaltkreisträgers 7 schließt eine Schaltkreisreferenzpotentialelektrode 24 ein, die das piezoelektrische Glied 1 mit hoher elektrischer Impedanz gegen den Einfluß von elektromagnetischen Rauschgeräuschen schützt.

Zwischen dem Beschleunigungssensor gemäß der vorliegenden Erfindung und externen Leitungen, wie Energiezuführungs- und Ausgangssignalleitungen sind Durchführungskondensatoren 25, 26 und 27 eingeschaltet, um externe Störgeräusche daran zu hindern, in den Beschleunigungssensor zu gelangen.

Einer Verstärkersektion 23 ist ein Temperaturkompensationskreis 28 zugeordnet, um Unempfindlichkeiten gegen Veränderungen der Umgebungstemperatur zu sichern bzw. dem Einfluß von Veränderungen der Umgebungstemperatur auszuschalten. Es ist auch ein Verstärkerregelungskreis 29 vorgesehen, der die Höhe des Ausgangssignales  $V_o$  steuern kann.

In den Leistungskreis 30 ist eine Spannungshaltevorrichtung eingeschaltet, die den Beschleunigungssensor gegen mögliche Umkehrströme schützt. Es sind auch ein Schaltkreis für die Überwachung des sofortigen Zurückfahrens der Spannung und ein solcher für die Überwachung der sofortigen Unterbrechung der Leistungszufuhr vorgesehen, um den Beschleunigungssensor gegen möglichen Spannungsabfall und möglichen Abfall der zugeführten Energie zu schützen. Die Bezeichnungen 32 und 33 kennzeichnen ein Kabel bzw. einen Anschluß.

Bei der vorbeschriebenen Bauweise eines Beschleunigungssensors gemäß der vorliegenden Erfindung kann das piezoelektrische Glied 1 durch einen Schaltkreisträger 7 abgestützt sein, der einen geringeren linearen Dehnungskoeffizienten als das piezoelektrische Glied selbst hat. Dadurch kann eine konstante Empfindlichkeit des Beschleunigungssensors auch bei Temperaturveränderungen gewährleistet werden.

Dem Schaltkreisträger 7 können Teilkomponenten 19 zugeordnet sein, die in den Signalverarbeitungsschaltkreis 8 eingefügt sind und auf der Seite des Schaltkreisträgers 7 diesem zugeordnet ist, der der piezoelektrische Vorrichtung 6 nicht zugeordnet ist.

Schaltkreisträger 7 und 7a sind außerdem dem Gehäuse 31 zugeordnet. Es ist zweckmäßig, dabei einen dauerelastischen Kleber zu verwenden, wie Siliconharz oder Urethanharz. Dadurch kann der Kleber Beanspruchungen aufnehmen, die aus unterschiedlichen linearen Dehnungskoeffizienten beider Materialien entstehen können.

In Fig. 5 ist ein Beispiel für einen elektronischen Schaltkreis 8 zur Signalverarbeitung gemäß der Erfindung dargestellt. Er schließt ein die piezoelektrische Vorrichtung 6, ein Schaltkreisreferenzpotential  $V_c$ , eine Spannungsklemme  $V_{CC}$ , einen Gatewiderstand  $R$ , einen Quellenwiderstand  $R_1$ , einen Impedanzwandler FET (field effect transistor)  $Q_1$ , einen first time constant circuit (Vorlaufgleichstromschaltkreis)  $T_1$  mit einem Gleichstromblockkondensator  $C_1$  und einem Widerstand  $R_2$ , einem second time constant circuit (Nachlaufgleichstromschaltkreis)  $T_2$  mit einem Gleichstromblockkondensator  $C_2$  und einem Widerstand  $R_5$ . Vorlaufgleichstromschaltkreis  $T_1$  und Nachlaufgleichstromschaltkreis  $T_2$  bilden je eine Filtereinrichtung. Entsprechend schließt der elektronische Schaltkreis 8 zur Signalverarbeitung einen Verstärker  $A_1$  als erste Stufe, einen Verstärker  $A_2$  als zweite Stufe, Verstärkereinsetzwiderstände  $R_3$  und  $R_4$  sowie Verstärkereinsetzwiderstände  $R_6$  und  $R_7$  zur Bestimmung der Verstärkungswirkung des Verstärkers  $A_1$  der ersten Stufe bzw. zur Bestimmung der Verstärkungswirkung des Verstärkers  $A_2$  der zweiten Stufe sowie einen Temperaturkompensationskreises 28 (nicht gezeigt) ein. Der elektronische Schaltkreis 8 zur Signalverarbeitung schließt ferner ein einen

Impedanzwandler FET (field effect transistor) Q1 in Verbindung mit Widerstand R5, einer Diode D1, einer Diode D2 und einem Rauschsperren-Bereich Mc 22.

Einschaltsignal M1 der Schaltvorrichtung (Feldeffekttransistor - field effect transistor) Q3, Ausgang des Rauschsperrenbereiches Mc 22, wie in Fig. 6 dargestellt, sind Ausgänge zur selben Zeit, wie Leistung zugeleitet wird. Jedoch kann das Rauschsperrenanschaltsignal M1 zuerst, das Rauschsperrenabschaltsignal M2 später ausgeschaltet werden.

Unmittelbar nach Beginn der Energiezufuhr werden das Rauschsperreneinschaltsignal M1 und das Rauschsperrenausschaltsignal M2, die jeweils auf einem höheren Wert als das Schaltkreisreferenzpotential  $V_c$  eingestellt sind, der Diode D1 bzw. der Diode D2 zugeführt. Die Feldeffekttransistoren (field effect transistors FET) Q2 und Q3 können dann eingeschaltet werden, worauf die Spannung  $V_{gs}$  zwischen Ein- und Ausgang bzw. Tor und Quelle durch Leckströme der Dioden sich zu jeweils 0V bestimmt. Wenn die jeweilige voreingestellte Einschaltzeit  $t_1$  bzw.  $t_2$  der Feldeffekttransistoren (field effect transistors FET) Q2 und Q3 vergehen, so werden das Rauschsperren- bzw. Dämpfungseinschaltsignal M1 und das Rauschsperren- bzw. Dämpfungs- ausschaltsignal M2 schwächer bzw. niedriger als die jeweilige Pinch-Off-Spannung der Feldeffekttransistoren Q1 und Q2, wie sie für das Feldreferenzpotential  $V_c$  vorgegeben ist. Daraufhin werden die Feldeffekttransistoren Q1 und Q2 abgeschaltet. Es soll in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen werden, daß Einschaltzeit  $t_1$  kürzer sein soll als  $t_2$ .

Dem vorbeschriebenen Schaltkreisaufbau bei eingehender Leistung wird die Klemmenspannung  $V_{cc}$  dem Impedanzwandler FET (Feldeffekttransistor - field effect transistor) Q1 dem Verstärker der ersten Stufe A1 und dem Verstärker der zweiten Stufe A2 zugeführt. Gleichzeitig wird die Dämpfungssektion Mc 22 aktiviert, um das Rauschsperren- bzw. Dämpfungseinschalt-Signal M1 zu liefern, das für eine Zeitdauer  $T_1$  die Schalteinrichtung (Feldeffekttransistor - field effect transistor) Q2 einschaltet, die durch die Diode D1 in Parallelschaltung mit dem Widerstand R2 des ersten Zeitkonstantenschaltkreises T1 verbunden ist. Ist die Zeitdauer  $t_1$  vergangen, wird die Schalteinrichtung (Feldeffekttransistor - field effect transistor) Q2 abgeschaltet. Ebenso wird die Rauschsperren- bzw. Dämpfungssektion Mc 22 aktiviert, um das Rauschsperreneinschalt-Signal M1 zu liefern, das für eine Zeitdauer  $t_2$  die Schalteinrichtung (Feldeffekttransistor - field effect transistor) Q3, die in Parallelschaltung mit dem Widerstand R5 des ersten Zeitkonstantenschaltkreises T2 durch die Diode D2 verbindet. Ist die Zeit  $t_2$  zu Ende, so wird die Schalteinrichtung (Feldeffekttransistor - field effect transistor) abgeschaltet.

Während der oben geschilderten Arbeitsweise wird der Widerstand R2 offenbar durch den ersten Zeitkonstantenschaltkreis T1 für eine Zeitdauer  $t_1$  auf einen Wert um 0 Omega verringert. Dadurch kann der Gleichstromblockiererkondensator C1 rasch auf eine bestimmte Spannung aufgeladen werden. Während der Zeitdauer  $t_1$  kann der Schaltkreis T1 der ersten Zeitkonstanten ein vom Sensor ermitteltes Ausgangssignal  $V_c$  auf den Erststufenverstärker A1 übermitteln, das mit seiner normalen Zeitkon-

stanten impedanzgewandelt worden war. Entsprechend ist auch der Widerstand R5 für eine Zeitdauer t2 und durch den zweiten Zeitkonstantenschaltkreis T2 offensichtlich auf einen Wert um 0 Omega reduziert. Dadurch kann der Gleichstromblockierkondensator C2 bei Änderung der Gleichstromausschaltspannung des Erststufenverstärkers A1 rasch geladen werden. Während der Zeitdauer bzw. im Zeitpunkt t2 kann der Zweitzeitkonstantenschaltkreis T1 ein vom Sensor ermitteltes Ausgangssignal V1 an den Zweitstufenverstärker A1 liefern, das mit normaler Zeitkonstanten durch den Erststufenverstärker A1 verstärkt worden war.

Hieraus ergibt sich, daß ein vom Sensor ermitteltes und vom Verstärker verstärktes Ausgangssignal Vo für eine Zeitdauer t2 nach Beginn der Energiezufuhr zu einem Schaltkreisreferenzpotential Vc gemacht ist.

Es ergibt sich so aus dem von Sensor ermittelten Signal ein stabiles verstärktes Ausgangssignal, wodurch die Reaktionszeit auf das Eingangssignal verkürzt wird. Ist beispielsweise eine niedrige Ausschaltfrequenz auf etwa 0,1 Hz festgelegt, so benötigt der Sensorsignalverstärker gemäß der vorliegenden Erfindung etwa 6 Sekunden, bis ein stabiles Ausgangssignal vorliegt.

Die piezoelektrische Vorrichtung 6 und die Schaltkreisträger 7 und 7a sind innerhalb des Gehäuses 31 angeordnet, das eine innere, leitende Harzschicht 10, eine adiabatische Harzschicht 9

und eine äußere, leitende Metallschicht 11 aufweist. Ein Kabel 32 ist mit Eingangskondensatoren 25, 26 und 27 verbunden und das Kabel 33 endet mit seinem der Vorrichtung abgekehrten Ende in einem Kabelverbinder 33.

Die innere leitfähige Harzschicht 10 umhüllt die piezoelektrische Vorrichtung 6 und den Schaltkreis 8 zur Signalverarbeitung vollständig, um beide gegen möglicherweise auftretende elektromagnetische Rauschgeräusche zu schützen. Der Schaltkreis 8 ist einem geeigneten Träger zugeordnet. Dieser besteht aus einem leitfähigen Harz, das durch Kohlenstoff-Fasern oder dergleichen verstärkt ist, wobei der Schaltkreis auf den Träger aufplattiniert, mit elektrisch leitendem Material aufgeprägt oder aufgedrückt oder auf sonstige geeignete Weise aufgetragen ist. Es kann dabei eine Abschirmung der inneren Vorrichtungskomponenten gegen möglicherweise auftretende Radiofrequenzsignale durch Ferrit erfolgen.

Die adiabatische Harzschicht 9 umhüllt vollständig die inneren Vorrichtungskomponenten, um zu verhindern, daß ein elektrischer Fokusierungseffekt des piezoelektrischen Gliedes 1 das Ausgangssignal zu Null werden läßt. Die Schicht 9 wird von einem Harz, einem Harzschaum oder ähnlichem Material gebildet, die Hohlräume in sich umschließen oder gefaltet sein sollte.

Die externe leitfähige bzw. leitende Metallschicht 11, die mit den Erdungen der Durchgangskondensatoren 25, 26 und 27 verbunden ist, dient dem Schutz der inneren Vorrichtungskomponenten gegen mögliche externe radiofrequente Rauschgeräusche.

Über die Kondensatoren werden Angaben über einen metallischen oder ähnlichen Gegenstand eingeleitet, über den Meßergebnisse geliefert werden sollen.

Der Beschleunigungssensor gemäß der vorliegenden Erfindung wird nachfolgend näher beschrieben. Für das piezoelektrische Glied 1 wird eine hochpolymere Verbindung verwendet mit folgenden Bestandteilen.

Piezoelektrisches Keramik (PZT)	82,3	Gew.-%
Polyoxymethylen	15,8	Gew.-%
NBR	1,75	Gew.-%
Kohlenstoff	0,13	Gew.-%.

Das piezoelektrische Glied 1 ist scheibenförmig mit einer Dicke von 100  $\mu$  und einem Durchmesser von 19 mm.

Das piezoelektrische Glied 1 weist auf seiner einen Seite eine positive Elektrode 2 mit einem Durchmesser von 13,5 mm und eine negative Elektrode 3 mit einem Innendurchmesser von 14 mm und einem Außendurchmesser von 19 mm und auf seiner anderen Seite eine neutrale Elektrode 4 auf, die auf der gesamten Fläche dieser Seite durch Bedrucken mit einer elektrisch leitfähigen Farbe aufgetragen ist.

Der neutralen Elektrode 4 des piezoelektrischen Gliedes 1 ist die Unterlegplatte 5 zugeordnet, die aus Epoxidharzglas besteht, einen Durchmesser von 19 mm hat und 200  $\mu$  dick ist. Die Zuordnung der Unterlegplatte 5 zur neutralen Elektrode 4 erfolgt mit einem Epoxidharzkleber, wobei die Dicke der Klebstoffschicht weniger als 10  $\mu$  sein kann.

Schließlich weist die piezoelektrische Vorrichtung 6 den Stützring 34 auf, der aus Epoxidharzglas besteht, 1,2 mm dick ist, einen Außendurchmesser von 19,5 mm und einen Innendurchmesser von 15,4 mm hat und der Unterlegplatte 5 unter Verwendung eines Epoxidharzklebers zugeordnet ist.

Die piezoelektrische Vorrichtung 6 ist dem Träger 7 des elektrischen Schaltkreises unter Verwendung eines Epoxidharzklebers zugeordnet, der Schaltkreisträger 7 besteht aus Aluminiumoxid, ist 0,8 mm dick und hat eine Fläche von 23 mm<sup>2</sup>; der elektronische Schaltkreis 8 ist zur Verarbeitung von Hybridsignalen ausgelegt.

Der elektronische Schaltkreis 8 für die Verarbeitung von Hybridsignalen schließt einen Überbrückungsschaltkreis, einen Signalverarbeitungsschaltkreis und einen Leistungsschaltkreis in angemessener Zuordnung ein.

Der vorgenannte Schaltkreisträger 7 ist innerhalb des Gehäuses 31 angeordnet, das aus drei Schichten gebildet ist, von denen die innere leitende Schicht 10 aus einem Harz, die mittlere isolierende Schicht 11 aus Harz mit adiabatischem Verhalten und die äußere elektrisch leitfähige Schicht 11 aus einem Metall besteht.

Aus der vorstehenden Beschreibung ergibt sich, daß der Beschleunigungsmeßaufnehmer bzw. -sensor gemäß der vorliegenden Erfindung sich dadurch auszeichnet, daß das Abdriften der Aus-

gangssignale infolge der Pyroelektrizität verringern wird und daß der Signalausgang unabhängig von Schwankungen der Umgebungstemperatur ist, weil die piezoelektrische Vorrichtung 6 das piezoelektrische Glied 1 aufweist, dem auf jeder Seite eine oder mehrere Elektroden zugeordnet ist bzw. sind und wobei einer Seite des piezoelektrischen Gliedes 1 diesem die Unterlegplatte 5 zugeordnet ist, die einen niedrigen linearen Ausdehnungskoeffizienten hat. Der Schaltkreisträger 7 hat ebenfalls einen niedrigen linearen Ausdehnungskoeffizienten und seiner einen Seite ist die piezoelektrische Vorrichtung 6 zugeordnet, während der elektronische Schaltkreis 8 zur Signalverarbeitung der anderen Seite des Schaltkreisträgers 7 zugeordnet ist. Schließlich trägt das Aufnahmegehäuse 31 zur Fortschrittlichkeit des Beschleunigungsmeßaufnehmers bzw. -sensors gemäß der vorliegenden Erfindung bei, indem es drei Schichten aufweist, von denen eine Schicht eine innere leitende Harzsicht 10, eine zweite Schicht eine adiabatische Harzsicht 9 und eine dritte Schicht eine äußere leitende Metallschicht 11 ist und alle drei Schichten 9 bis 11 bzw. das Gehäuse 31 die piezoelektrische Vorrichtung 6 und den Schaltkreisträger 7 mit dem elektronischen Schaltkreis vollständig einhüllen bzw. einhüllt.

Außerdem ist die Empfindlichkeit des Beschleunigungssensors gemäß der vorliegenden Erfindung unabhängig von Veränderungen der Umgebungstemperatur, weil der Schaltkreisträger 7 einen linearen Ausdehnungskoeffizienten hat, der geringer ist als der des piezoelektrischen Gliedes 1, dem die piezoelektrische Vorrichtung 6 zugeordnet ist.

Außerdem kann der Beschleunigungssensor gemäß der Erfindung jede mögliche Beanspruchung aufnehmen, weil Unterschiede in den linearen Ausdehnungskoeffizienten von Schaltkreisträger 7 und Gehäuse 31 mit den drei Gehäuseschichten innere leitende Harzschicht 10, adiabatische Harzschicht 9 und äußerer leitender Metallschicht von dem Klebstoff aufgenommen werden, mit dem der Schaltkreisträger 7 dem Gehäuse 31 zugeordnet ist.

Darüberhinaus kann der Beschleunigungssensor den elektronischen Schaltkreis 8 zur Signalverarbeitung gegen mögliche elektromagnetische Rauschgeräusche schützen, indem piezoelektrische Vorrichtung 6 und Schaltkreisträger 7 vollständig von der inneren leitenden Harzschicht 10 umgeben sind. Es können aber obendrein Einflüsse von radiofrequenten elektromagnetischen Wellen durch die äußere leitende Metallschicht 11 ausgeschaltet werden, die mit den Erdanschlüssen der Kondensatoren 25, 26 und 27 verbunden ist.

Darüberhinaus ist der Beschleunigungssensor gemäß der Erfindung einfach aufgebaut. Er kann kompakt und von geringer Größe sein. Ursache hierfür ist, daß in dem Schaltkreis 8 für die Signalverarbeitung eine Kapazität integriert ist, die den Einfluß etwaiger äußerer induktiver Rauschgeräusche unterbindet.

Insbesondere ergibt die piezoelektrische Vorrichtung 6 einen konstanten Empfindlichkeitsgradienten auch wenn dieser temperaturabhängig ist, weil die Unterlegplatte 5 und der Stützring 34 einen Beitrag gegen den Einfluß von Schwingungen liefern.

Es versteht sich von selbst, daß die vorliegende Erfindung nicht auf die oben beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen beschränkt ist. Für den Fachmann ergeben sich unschwer Abwandlungsmöglichkeiten gegenüber den bevorzugten Ausführungsformen im Rahmen der Ansprüche und des durch die Ansprüche vermittelten allgemeinen Gedankens der Erfindung, insbesondere bei Berücksichtigung der Erörterung der Erfindung unter mehr allgemeinen Gesichtspunkten.

Die vorstehende Einzelbeschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung und deren Bemessung sind nur beispielhaft, der Fachmann auf dem angesprochenen Gebiet erkennt dies unschwer ebenso wie Abwandlungsmöglichkeiten. Es sind eine bevorzugte Ausführungsform und Bemessung eines erfindungsgemäßen Beschleunigungsmeßaufnehmers bzw. Beschleunigungssensors aufgezeigt, wie er Grundlage für abgewandelte Ausführungsformen sein kann, wenn dieser an gegebene Umstände anzupassen ist.

Patentansprüche

## 1. Beschleunigungsmeßaufnehmer mit

einer piezoelektrischen Vorrichtung (6), die gebildet wird von einem piezoelektrischen Glied (1), das eine oder mehrere Elektroden in der Zuordnung zu jeder Seite des Gliedes einschließt und einer Unterlegplatte (5), deren linearer Ausdehnungskoeffizient unter  $5 \times 10^{-5}$  je Celsiusgrad liegt und die einer Seite des piezoelektrischen Glieds zugeordnet ist,

einem Schaltkreissubstrat (7) mit einem linearen Ausdehnungskoeffizienten unter  $5 \times 10^{-5}$  je Celsiusgrad, einer der Vorrichtung zugekehrten Seite zur Zuordnung zu der Vorrichtung (6) und einem elektronischen Schaltkreis (8) zur Signalverarbeitung in der Zuordnung zu der der Vorrichtung abgekehrten Seite des Schaltkreissubstrats,

einem Gehäusemittel (31) mit drei Schichten, von denen eine Schicht eine selbstleitende Kunstharzsicht (10), eine zweite Schicht eine adiabatische Kunstharzsicht (9) und eine dritte Schicht eine äußere elektrisch leitende Metallschicht (11) ist, wobei letztere die piezoelektrische Vorrichtung (6) und das Schaltkreissubstrat (7) vollständig umhüllt.

2. Beschleunigungsmeßaufnehmer nach Anspruch 1, bei dem die Unterlegplatte (5) ein Stützglied (34) aufweist, dessen linearer Ausdehnungskoeffizient gleich dem oder kleiner ist als der der Unterlegplatte und der einem Umfangsbereich der Unterlegplatte zugeordnet ist.
3. Beschleunigungsmeßaufnehmer nach Anspruch 1, bei dem das piezoelektrische Glied (1) der piezoelektrischen Vorrichtung (6) ein Elektrodenpaar aufweist, das eine positive Elektrode (2) und eine negative Elektrode (3) auf einer seiner Seiten aufweist, sowie eine neutrale Elektrode (4) auf seiner anderen Seite, wobei die neutrale Elektrode (4) die zugeordnete Unterlegplatte (5), die Unterlegplatte (5) das seinem Umfang zugeordnete Stützglied (34) aufweist.
4. Beschleunigungsmeßaufnehmer nach Anspruch 1, bei dem ein Ausgang der piezoelektrischen Vorrichtung (6) mit einem Impedanzwandler (20), einem Bypaßfilter (21) und einer Verstärkersektion (23) des elektronischen Kreises (8) zur Signalverarbeitung verbunden ist, wobei Bypaßfilter (21) und Verstärkersektion (23) eine Rauschsperrsektion (Mc22), einen Leistungskreis (30), sowie einen Ausgang Verstärkersektion (23), einen Eingang Leistungskreis (30) und eine Betriebserde des elektronischen Kreises (8) für die Signalverarbeitung aufweist, wobei die Betriebserde eingesetzte Durchgangskondensatoren (26), (25) bzw. (27) aufweist.

5. Beschleunigungsmeßaufnehmer nach Anspruch 1, bei dem das piezoelektrische Glied (1) aus hochpolymerem piezoelektrischem Material besteht.
6. Beschleunigungsmeßaufnehmer nach Anspruch 1, bei dem das piezoelektrische Glied (1) eine positive Elektrode (2) auf seiner einen Seite und eine negative Elektrode (3) auf seiner anderen Seite aufweist.
7. Beschleunigungsmeßaufnehmer nach Anspruch 1, bei dem das piezoelektrische Glied (1) eine positive Elektrode (2) in einem zentralen Bereich seiner einen Seite und eine negative Elektrode (3) im Umfangsbereich seiner anderen Seite aufweist.
8. Beschleunigungsmeßaufnehmer nach Anspruch 2, bei dem die Unterlegplatte (5), das Stützglied (34) und das Schaltkreissubstrat (7) jeweils einander zugeordnete Verbindungsöffnungen derart aufweisen, daß ein von ihnen umschlossener Innenraum mit der äußeren Umgebung in Verbindung steht.
9. Beschleunigungsmeßaufnehmer nach Anspruch 8, bei dem das Schaltkreissubstrat (7) Durchgangsöffnungen (17) und (18) aufweist.
10. Beschleunigungsmeßaufnehmer nach Anspruch 1, bei dem die Elektroden eine zentral angeordnete positive Elektrode (2) auf der einen Seite des piezoelektrischen Gliedes und eine in Umfangsrichtung um die zentral angeordnete positive Elektrode verlaufende negative Elektrode (3) sind.

FIG. 1

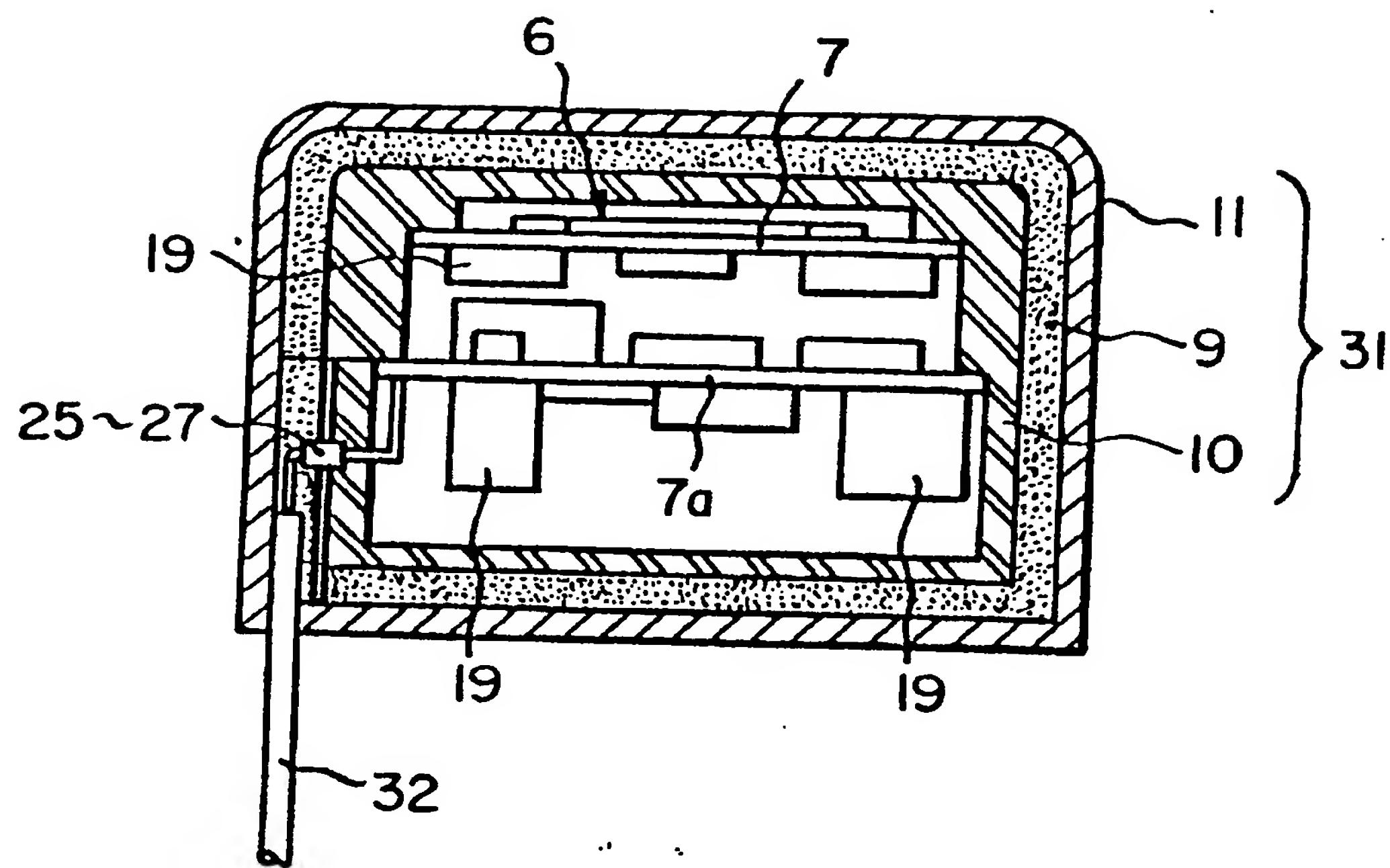


FIG. 2

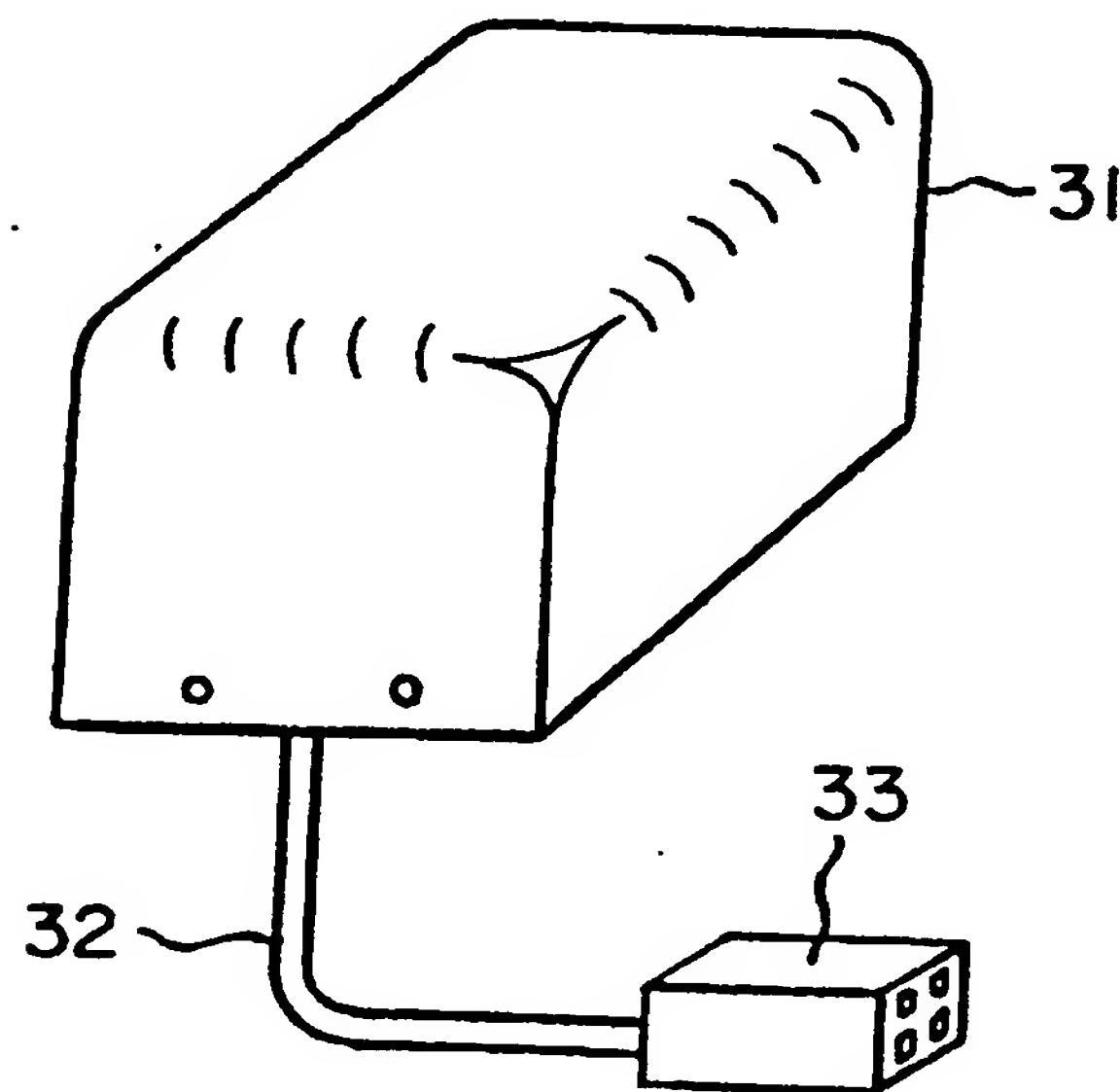


FIG. 3(a)

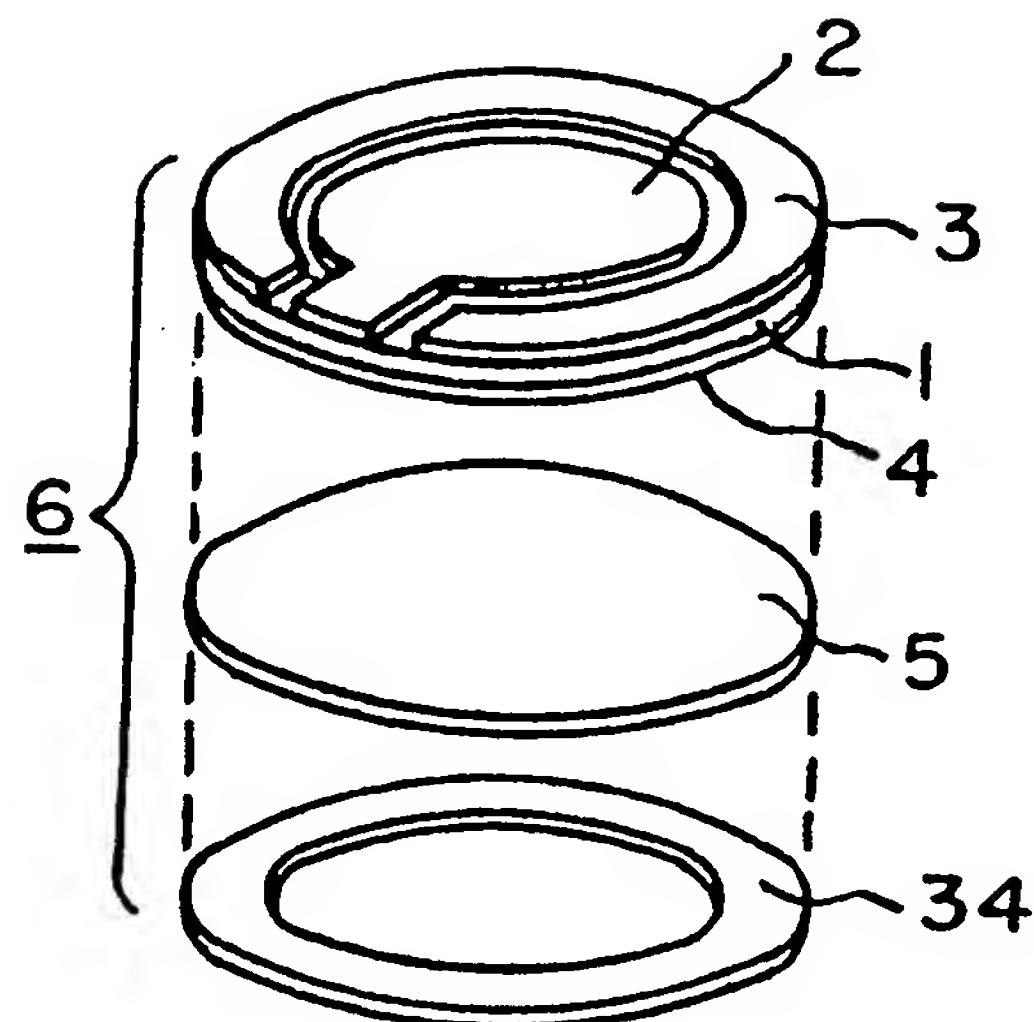


FIG. 3(b)

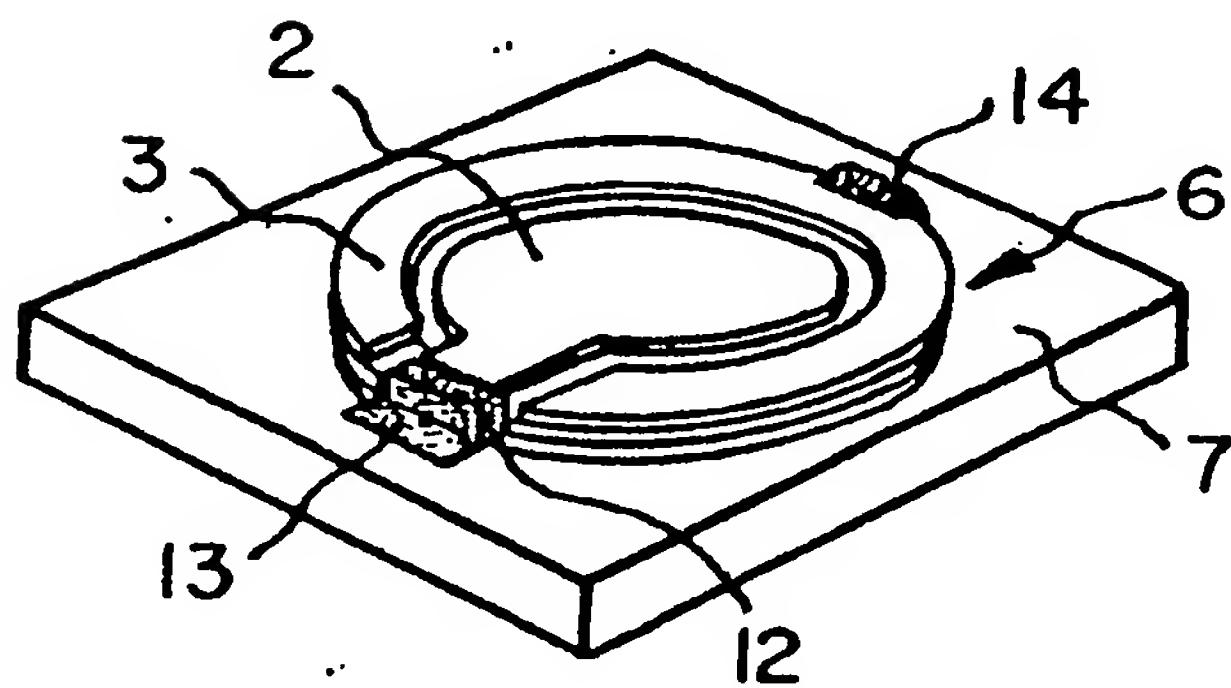


FIG. 3(c)

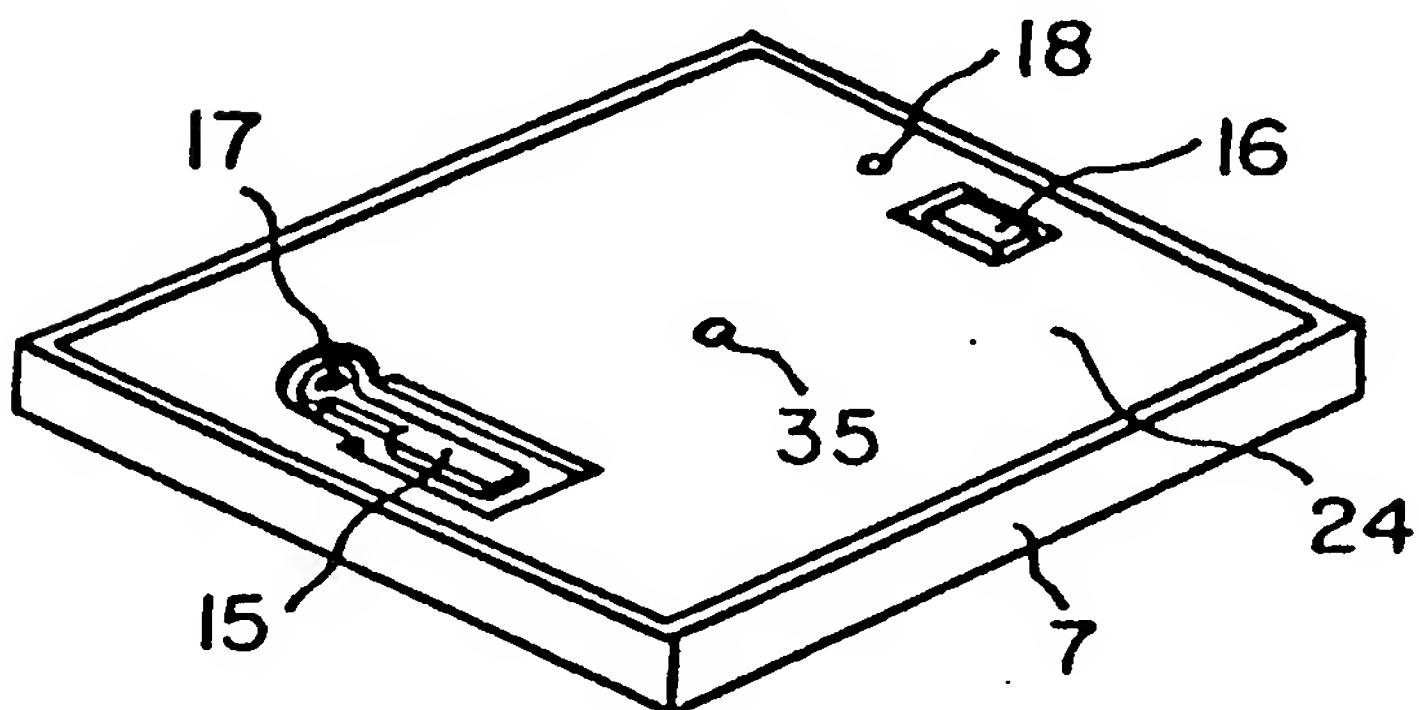


FIG. 4

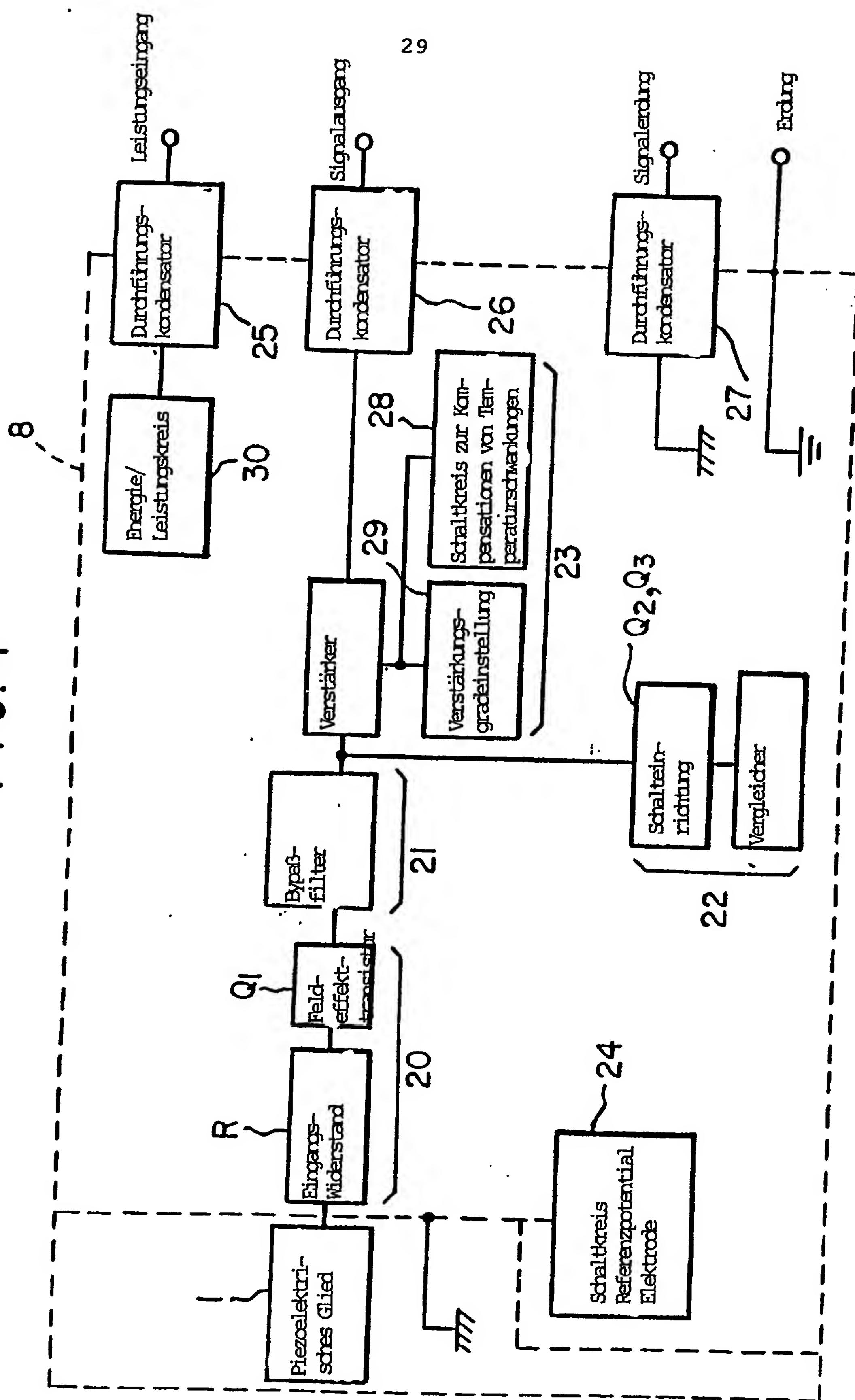


FIG. 5

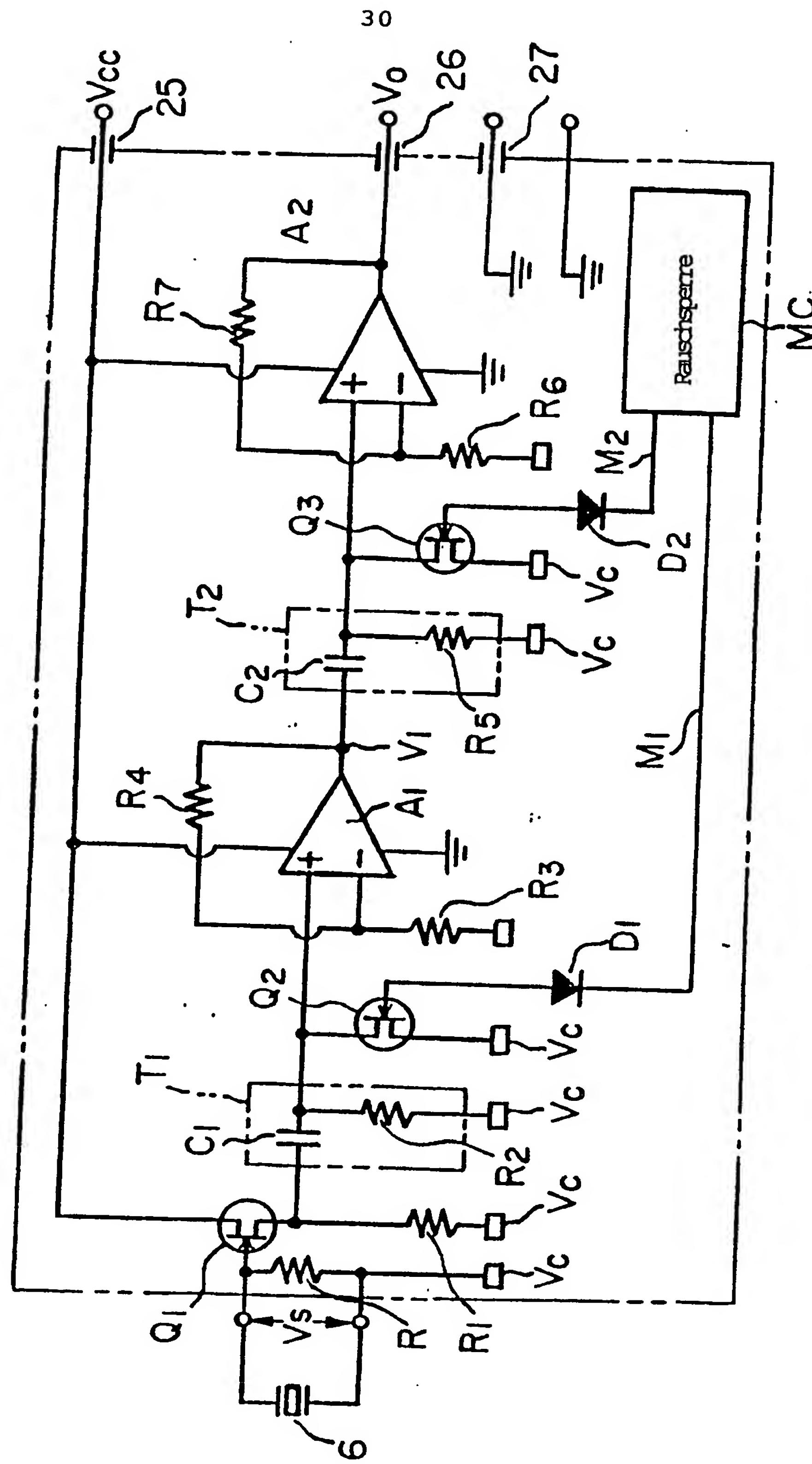


FIG. 6

